6. Distribuição de matéria

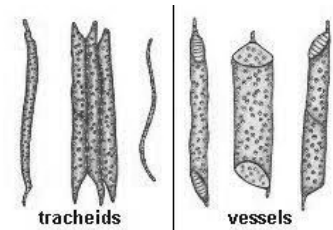
6.1- Nos seres autotróficos

Plantas **não vasculares** ⟶ Pouco diferenciadas e sem tecidos condutores
- Pouca dimensão; vivem em zonas húmidas

Plantas **vasculares** ⟶ Apresentam tecidos condutores
- Mais independentes em relação há água, o que lhes permite sobrevivência em ambientes terrestres

Tecidos Condutores- Xilema e Floema

Xilema (tecido traqueano ou lenho)

- **Elementos condutores- células mortas** onde circula a água e os sais minerais, podendo ser de dois tipos:
  - **Tracoides:** Células longas que formam tubos e
  - **Elementos de vaso:** Superiores aos tracoides, apresentam espessamentos de **lenhina** nas paredes laterais
    Lenhina- confere rigidez impedindo o colapso dos elementos condutores na translocação da seiva bruta

- **Fibras Lenhosas- células mortas** espessas (devido a deposição de lenhina) com função de suporte

Floema (tecido crivoso ou líber)

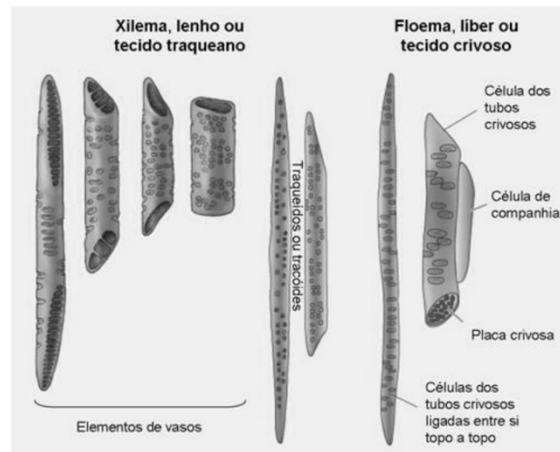
- **Células/ Elementos dos tubos crivosos-** células ligadas entre si pelos topos e cujas paredes de contacto possuem orifícios (orifícios que ficam obstruídos no inverno por calose, que se dissolve na primavera)

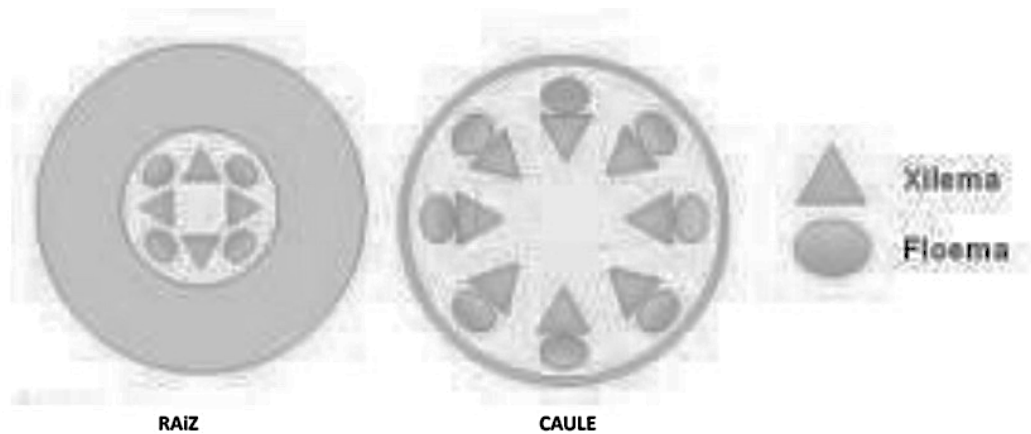
  As células dos tubos crivosos são vivas, embora tenham perdido muitos dos seus organelos (sem núcleo, complexo de Golgi, vacúolo e ribossomas).
  Placas crivosas- Paredes transversais nos tubos crivosos

- **Células de companhia- células vivas** que se situam perto dos tubos crivosos e mantem ligações citoplasmáticas, ajudando o seu funcionamento

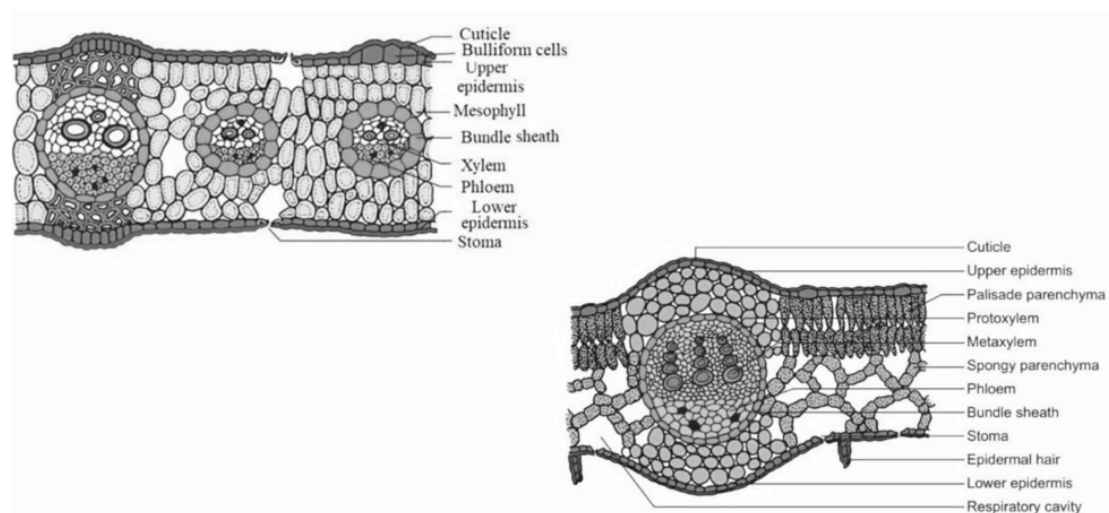
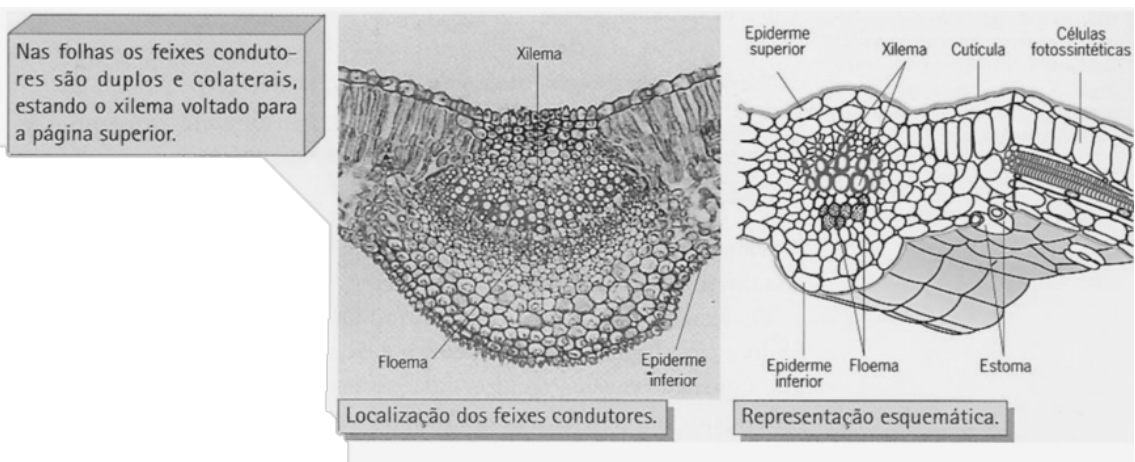
- **Fibras- células vivas ou mortas** com função de suporte

Em ambos existe Parênquima

- Tecido formado por **células vivas** que realiza várias atividades metabólicas: fotossíntese, armazenamento ou secreção de substâncias...

Seiva Bruta/ Xilémica	**Seiva Elaborada/ Floémica**
– Água ligeiramente acidificada com sais minerais diluídos (nitratos, fosfatos, potássio...)	– Solução aquosa com sacarose, aminoácidos, nucleótidos, hormonas(fotossíntese)
– Transporte unidirecional ↑	– Transporte em várias direções
– Circula nos tracoides e elementos de vaso	– Circula nas células dos tubos crivosos

Localização xilema e floema – No caule e na raiz

Na raiz- São simples e alternos ; **Caule**- São duplos e colaterais

Localização xilema e floema – Na folha

- As nervuras nas folhas correspondem aos tecidos vasculares

3.1.1 Transporte de água e sais minerais desde os pelos radiculares até ao xilema

Absorção da água

Maior parte da água e solutos necessários são absorvidos pelo sistema radicular

– A eficiência da captação e devido aos **pelos radiculares** (extensões de células epidérmicas)

↓

Pois **aumenta a área de superfície de contacto**

1. - Dentro das células da raiz há mais soluto do que no exterior (as células são hipertónicas);

- Ou seja, o meio extracelular tem maior potencial hídrico;

- Deste modo a água tem tendência a entrar na planta por osmose até atingir os vasos xilémicos

2. -Os solutos, entram nas células da raiz por transporte ativo, mas alguns entram por difusão;

- A solução dos solos é muito diluída, as raízes acumulam centenas de vezes mais iões;

- A água e os solutos, chegando ao xilema, podem ascender constituindo a seiva bruta.

Hipótese da Pressão Radicular -Explica a ascensão da seiva bruta em plantas pequenas

-Segundo esta teoria, a **acumulação de iões na** raiz faz com que a água entre por osmose, a acumulação de água cria **uma pressão positiva**, obrigando a seiva bruta a subir.

Baseia-se em: **Exsudação** e **gutação**

- **Exsudação:** saída continua da seiva bruta após um corte efetuado no caule de uma planta
- **Gutação:** formação de pequenas gotas de água nas margens da folha, que resultam da saída de água através dos hidátodos, que se encontram nos ápices ou margens das folhas.

Objeções:

- A pressão radicular medida em várias plantas não é grande o suficiente para elevar a água até ao ponto mais alto
- A maioria das plantas não apresenta gutação nem exsudação

A pressão radicular poderá ser importante para algumas espécies de plantas, mas deverá encontra-se conjugada com outros mecanismos para a ascensão de água.

Hipótese da tensão-coesão-adesão

- As plantas perdem, por transpiração, cerca de 90% da água que absorvem.
- Nas plantas superiores, a transpiração ocorre essencialmente ao nível dos estomas.
- A abertura dos estomas pode ser alterada, regulando-se desta forma a taxa de transpiração

Explica a ascensão da seiva através da **existência de transpiração estomática ao nível das folhas**

1. Quando a planta transpira, ocorre na parte superior da planta um défice de água, criando-se uma **pressão negativa**- **tensão**;

2. As células do mesófilo ficam hipertónicas com menor potencial hídrico, aumentando assim a pressão osmótica;

3. Devido as células estarem hipertónicas em relação ao xilema e novas moléculas de água passam do tecido xilémico para essas células;

4. Devido a **forças de coesão**, as moléculas de água mantêm-se unidas, formando uma coluna de água contínua;

5. A molécula de água é um dipolo elétrico que permite o estabelecimento de ligações de hidrogénio, assim as moléculas de água mantêm-se unidas umas às outras.

6. As moléculas de água apresentam ainda a capacidade de se ligarem a moléculas polares (celulose, lenhina);

7. Esta força de união entre a água e outras moléculas dos vasos xilémicos é designada por **adesão**;

8. Esta ligação impede que a coluna de água colapse pela gravidade.

O movimento de moléculas de água no mesófilo faz mover toda a coluna hídrica e, quanto mais rápida for a transpiração ao nível das folhas, mais rápida se torna a ascensão.

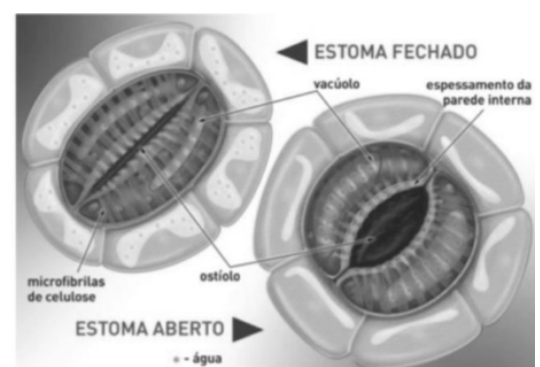
- A ascensão de água cria um défice de água no xilema da raiz, fazendo com a água passe para o xilema, o que determina a absorção ao nível da raiz
- consequentemente há um fluxo passivo de água de áreas de potencial hídrico mais elevado para áreas de potencial hídrico mais baixo.

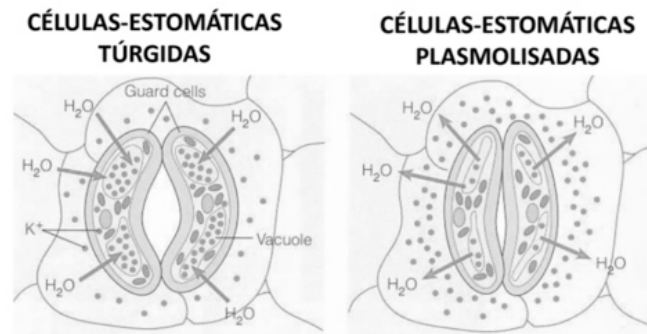
Transpiração: forca impulsionadora do movimento
Se a **tensão no xilema ou a agitação das plantas devido ao vento** for excessiva, pode haver formação de **bolhas de ar** (embolismo) -> pode levar a inativação dos vasos xilémicos

3.1.2 Estomas e controlo da transpiração

As plantas terrestres têm o problema da perda de água através da sua superfície externa, pelo que esta se encontra impermeabilizada (cutícula, constituída por ceras) dificultando, as trocas gasosas.

Assim, as plantas possuem estomas, que permitem a realização e regulação de todas as trocas gasosas assim como da transpiração

Mecanismo de abertura e fecho

As células estomáticas possuem cloroplastos e a sua parede é mais espessa junto do ostíolo e menos espessa junto das células de companhia (subsidiarias)

As zonas mais finas da parede celular das células estomáticas são mais elásticas
- o que lhes permite reagir de forma diferente à pressão de turgescência
- e assim abrir ou fechar o estoma.

- A entrada nas células estomáticas de iões K+ (transporte ativo)
→ **célula hipertónica**
- Entra água para dentro das células (osmose)
→ provoca **turgência** – **abertura dos estomas**

- A saída de iões K+ (difusão)
→ **célula hipotónica**
- Sai água das células (osmose)
→ A célula fica **plasmolizada**- **fecho dos estomas**

Razões para o fecho dos estomas:
- **Ausência de luz**-
- **Há um aumento de temperatura**- maior transpiração
- **Falta de água no solo**-
- **A humidade atmosférica é baixa**- o que promove a difusão do vapor de água para a atmosfera (+→-) → célula plasmolizada – fecho dos estomas
-**Há muito vento**- arrasta rapidamente as moléculas de água que saem dos estomas, aumentando o gradiente de vapor de água entre o interior e o exterior da planta

Adaptações das plantas a regiões áridas
- Folhas com pelos; prendem o vapor de água na superfície da planta
- **Folhas reduzidas a espinhos;**

- Algumas plantas só abrem os estomas á noite (CAM) – de forma a não perderem vapor de água, as plantas acumulam dióxido de carbono á noite de forma a, durante o dia, realizarem fotossíntese sem precisarem de abrir os estomas

3.2 Translocação da seiva floémica ou elaborada

O estudo deste tipo de transporte tem sido difícil, dado o floema ser constituído praticamente por células vivas e, por isso, qualquer alteração ao seu funcionamento altera-as ou mata-as.

- Estudo da composição química do floema foi feita com afídeos: estes insetos sugam seiva elaborada do floema.

Hipótese do fluxo de pressão ou de massa

1. Nas folhas, ocorre a síntese de glicose e frutose, que são convertidas em sacarose (células do mesófilo-parênquima clorofilino) - "fonte".

2. O transporte da sacarose move-se de célula em célula do mesófilo pode ocorrer por difusão.

3. O transporte dos oligossacarídeos (como a sacarose) para as células de companhia pode ser ativo ou passivo (depende das espécies). Geralmente é transporte ativo.

4. A sacarose passa para as células do tubo crivoso, através de ligações citoplasmáticas.

5. À medida que aumenta a concentração de soluto (sacarose) nos tubos crivosos, a pressão osmótica aumenta, ficando superior às das células envolventes

6. A água movimenta-se das células envolventes (xilema) para os tubos crivosos (floema), aumentando nestes a pressão de turgescência.

7. A pressão de turgescência faz com que o conteúdo dos tubos crivosos atravesse as placas crivosas, passando para os elementos seguintes dos tubos crivosos.

8. A sacarose é retirada do floema para os locais de consumo ou de reserva/" sumidouros" (raízes, frutos, folhas imaturas...), geralmente por transporte ativo.

9. Com a saída da sacarose, o potencial hídrico dos tubos crivosos aumenta a pressão osmótica diminui, o que força a água a sair, de regresso ao xilema e outras células circundantes- diminuição de pressão de turgescência no floema (células dos tubos crivosos).

10. Nos órgãos de consumo ou de reserva a sacarose é geralmente convertida em glicose, que pode ser utilizada na respiração celular (mitocôndrias) ou na construção de novos compostos ou então polimerizar- se em amido, que fica em reserva.

- Embora o fluxo de substâncias ao longo dos tubos crivosos não implique gastos de energia, a entrada e saída de sacarose para o floema requer gasto de ATP.

- Uma "fonte" também pode ser uma raiz de armazenamento, onde há reservas nutritivas quando a planta não realiza fotossíntese.

Nota: parte da glicose vai para as mitocôndrias das células para a produção de ATP.

Na fonte:

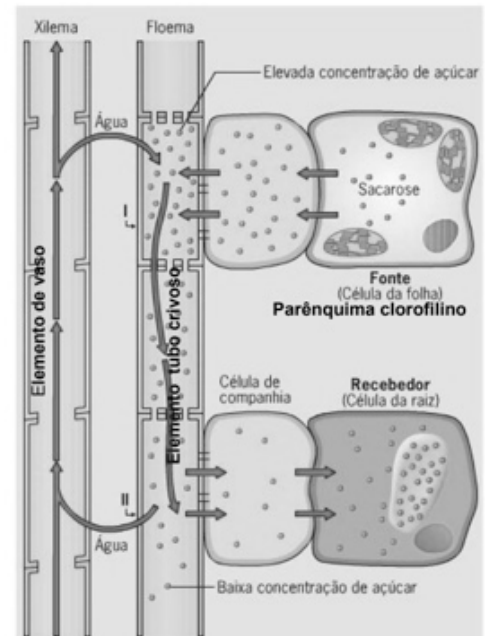
- Transporte de sacarose para os tubos crivosos (floema).
- Isto causa aumento da pressão osmótica e diminuição do potencial de água nos tubos crivosos
- Leva ao movimento de água do xilema (por exemplo), por osmose, para os tubos crivosos
- O que aumenta a pressão de turgescência nestas células do floema

No local de consumo/ "sumidouros":

- Transporte de sacarose dos tubos crivosos para as células recebedoras (ex.: células da raiz; células de um fruto).
- Isto causa diminuição da pressão osmótica e aumento do potencial de água nos tubos crivosos.
- Leva ao movimento de água dos tubos crivosos para as células do xilema.
- O que diminui a pressão de turgescência nas células do tubo crivosos

Objeções:

-Não explica a existência de um fluxo ascendente e outro descendente, simultaneamente no mesmo tubo crivoso, em determinadas alturas do ano.

- Não explica a baixa pressão no tubo crivoso se comparada com a pressão necessária para a seiva elaborada conseguir ultrapassar os pequenos poros das placas crivosas.

6.3. Transporte nos animais

Necessidade de sistema circulatório.:

- Animais com grandes dimensões; área corporal não se encontrava com a água ou com a cavidade gastrovascular.

Quais são as funções de um sistema circulatório?

1. Transporta gases respiratórios;
2. Transporta os nutrientes desde a superfície de absorção ou órgão de reserva até às células;
3. Remove as substâncias de excreção (ex.: ureia, ácido úrico...);
4. Transporta substâncias produzidas em algumas células específicas para outras, onde são necessárias (ex.: hormonas).
5. Participa na defesa do organismo.

Animais com sistema circulatório

Aberto: A hemolinfa sais dos vasos, banha os órgãos, retornando após realizar as trocas necessárias

Fechado: O sangue não abandona os vasos, chega aos órgãos através de capilares

Fechado com **Circulação Simples**: O sangue só passa uma vez pelo coração

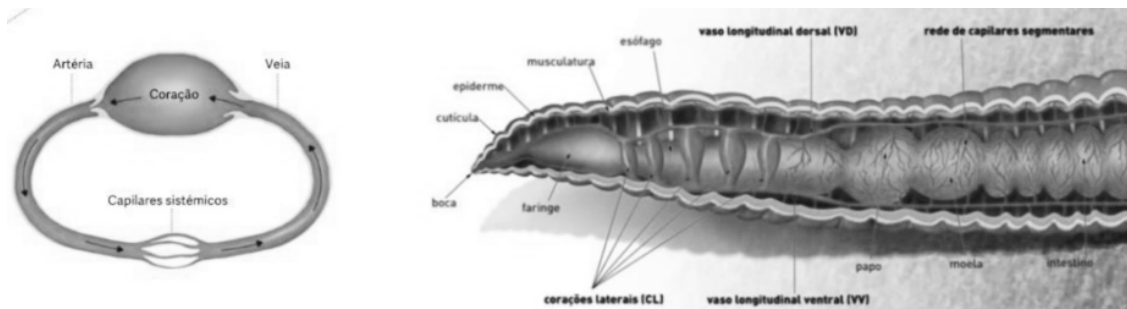
Fechado com **Circulação Dupla:** O sangue passa 2 vezes pelo Coração (circulação sistémica e pulmonar)

Fechado com **Circulação Dupla Completa**: Nos ventrículos **não há mistura** de sangue arterial com venoso
Fechado com **Circulação Dupla Incompleta**: Nos ventrículos **há mistura** de sangue arterial com sangue venoso

Sem sistema circulatório: Hidras e Planárias

Sistema circulatório aberto: Insetos, moluscos...

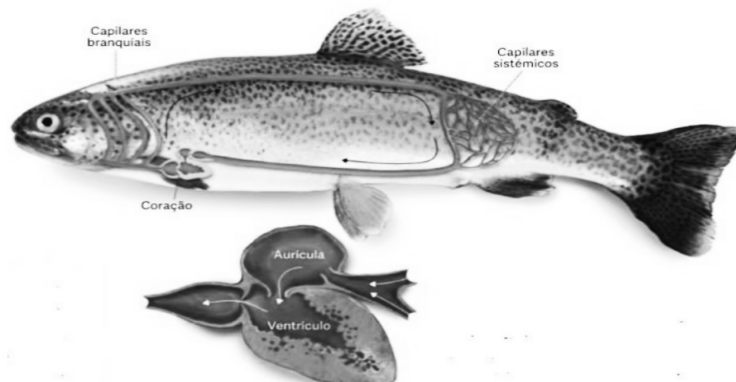
Hemocélio: conjunto de todas as lacunas

Sistema circulatório fechado: Minhoca

O vaso dorsal impulsiona o sangue da extremidade posterior para a anterior onde os arcos aórticos (ou corações laterais) impulsionam o sangue para o vaso ventral, que leva o sangue para a zona posterior.

Os sistemas circulatórios fechados são mais eficientes.

- O sangue circula dentro de vasos sanguíneos → **circulação é mais rápida**
- Transporta mais rapidamente o O_2 e os nutrientes e remove melhor os resíduos resultantes do metabolismo → **taxa metabólica mais elevada.**

Todos os Vertebrados apresentam:
• **Sistema circulatório fechado** (mais complexo que o dos invertebrados) e coração dividido em câmaras.

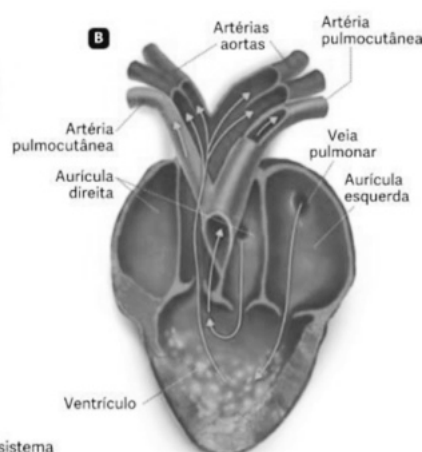
– **Circulação Simples: Peixes**

Coração: 1 aurícula e 1 ventrículo
No coração só circula sangue venoso

As veias transportam o sangue **venoso** vindo dos órgãos para a aurícula, depois passa para o ventrículo
O sangue vai para as brânquias- ocorre a **hematose branquial-** o sangue torna-se **arterial**.
O sangue arterial, pelas ramificações da artéria aorta, é conduzido a todo o corpo

A passagem do sangue pela rede de capilares branquiais conduz a uma **diminuição da pressão sanguínea**.

- Assim, nos peixes, o sangue atinge **a artéria aorta com uma baixa pressão.**
- O que traduz num **transporte pouco eficiente** de nutrientes (glicose, aa..) e oxigénio até às células

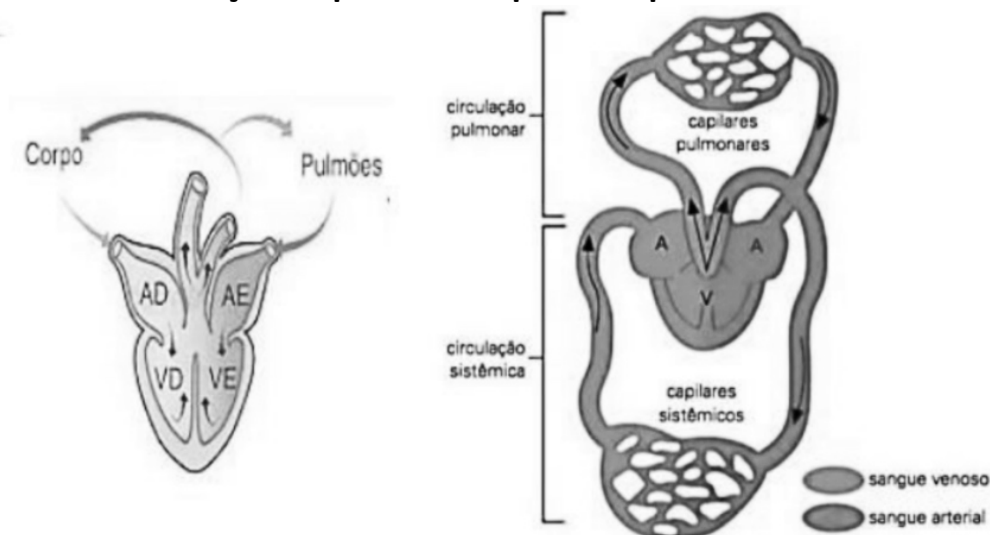
Circulação Dupla e Incompleta: Anfíbios

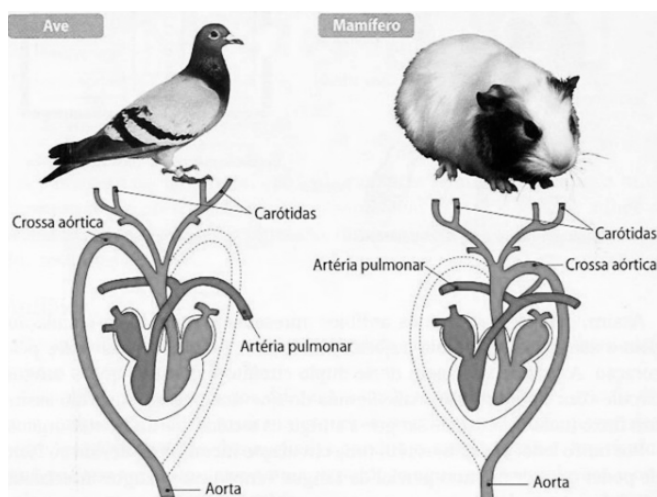
Fig. 9. Sistema circulatório dos anfíbios. A Representação esquemática do sistema circulatório. B Representação do coração e do fluxo sanguíneo no seu interior.

Coração: 2 aurículas e 1 ventrículo

Circulação sistémica e circulação pulmonar

Mistura Parcial de sangue no ventrículo

Na aurícula direita entra **sangue venoso** vindo dos órgãos, e é bombeado para o ventrículo
Sai do coração por uma artéria que se ramifica- Pele (**hematose cutânea**) e Pulmões (**hematose pulmonar**) → **sangue arterial**
Este entra na aurícula esquerda → ventrículo → é bombeado para o corpo

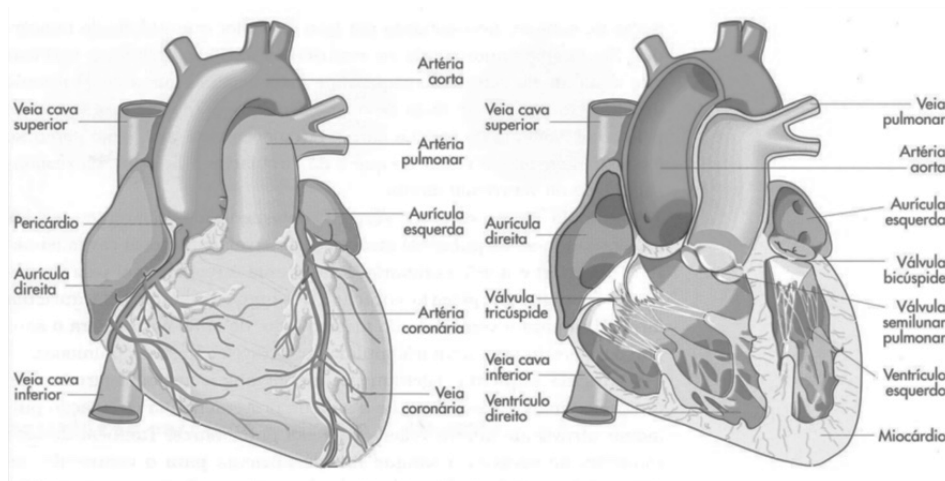
Circulação Dupla e Incompleta: Répteis

Igual a dos anfíbios exceto que existe menos mistura do sangue pois eles possuem um septo intraventricular incompleto e não existe hematose cutânea

Circulação Dupla e Completa: Aves e Mamíferos

A única diferença entre estas 2 classes encontra-se na crossa da artéria aorta, que nas aves curva para a direita e nos mamíferos curva para a esquerda.

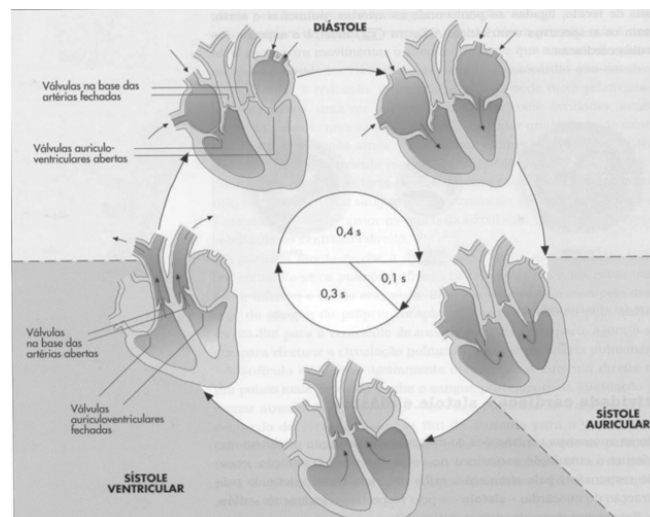
A circulação completa é mais eficiente do que a incompleta.

- Um coração com 4 cavidades, sem haver mistura de sangue venoso com sangue arterial, permite uma elevada eficácia de oxigenação dos tecidos
- E, por isso, uma maior capacidade de produção de ATP ao nível das mitocôndrias.

Circulação no homem- fechada; dupla; completa

- Anatomia do coração humano /artérias coronárias- ramificação da aorta

- A maior espessura da parede do VE permite dar maior impulso ao sangue que inicia o circuito sistémico, o qual é maior que o circuito pulmonar.
- As válvulas auriculoventriculares (bicúspide ou mitral (E) e tricúspide (D)) deixam passar o sangue das aurículas para os ventrículos e impedem o seu refluxo dos ventrículos para as aurículas.
- As válvulas arteriais (semilunares – aórtica e pulmonar) impedem o refluxo do sangue das artérias para os ventrículos.

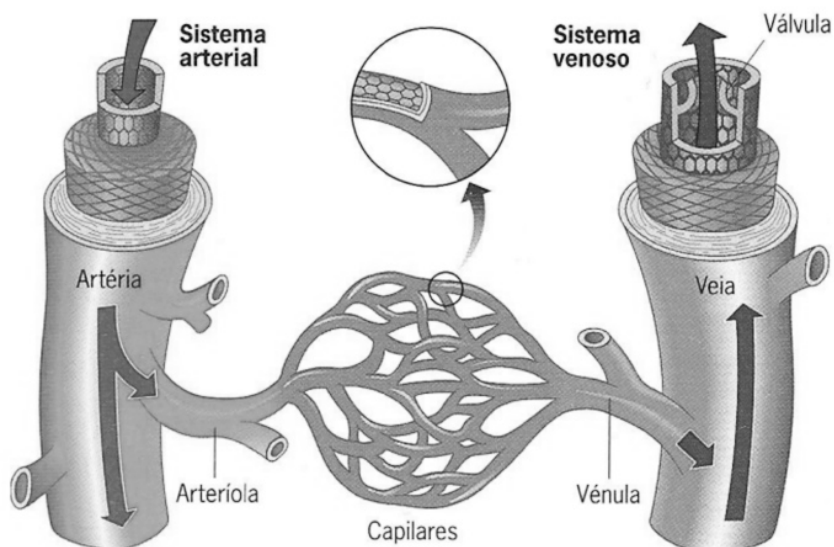
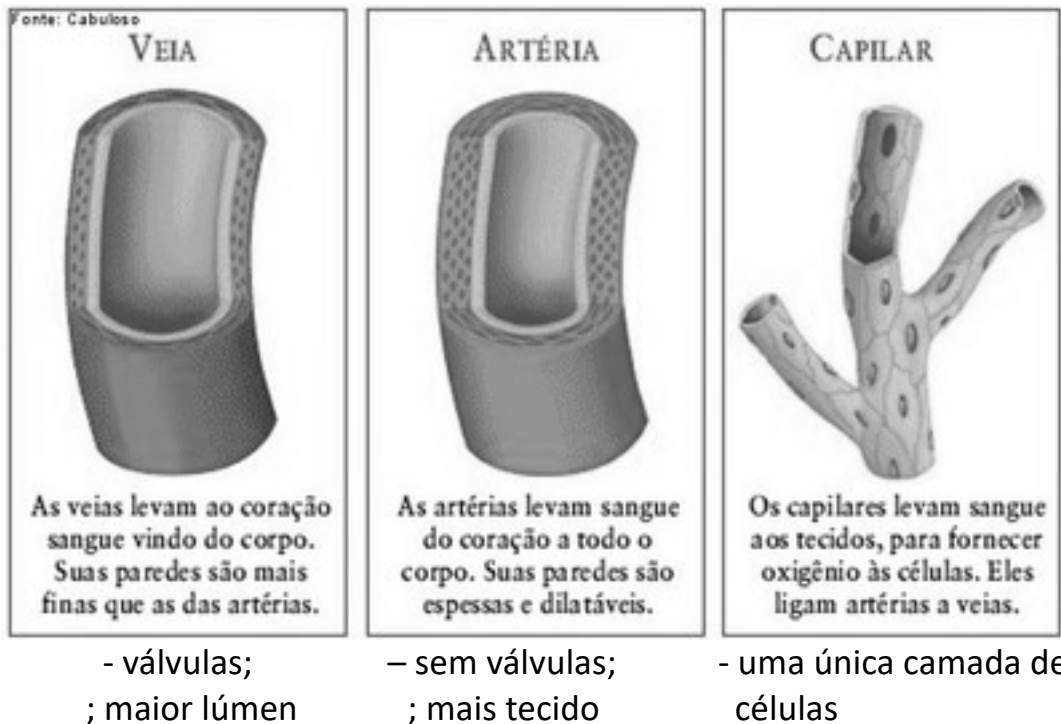
Aterosclerose- Endurecimento e estreitamento lento e progressivo das artérias coronárias, devido a deposição de lípidos, cálcio e outras substâncias

Ciclo Cardíaco

1º. Diástole (enchimento das aurículas)
2º. Sístole auricular (enchimento dos ventrículos)
3º. Sístole ventricular (contração dos ventrículos)

Num adulto, o número de ciclos cardíacos, em condições normais, é cerca 70-80 por minuto.

- válvulas; ; maior lúmen

– sem válvulas; ; mais tecido

- uma única camada de células

Artérias- alta velocidade e alta pressão
Veias- alta velocidade e baixa pressão
Capilares- baixa velocidade e pressão mais elevada que nas veias

Sístole ventricular: atinge o valor máximo- pressão arterial máxima
Diástole: atinge o valor mínimo- pressão arterial mínima

A circulação sanguínea é possível nas veias porque:

- Estes vasos localizam-se entre os músculos esqueléticos que, quando contraem, impulsionam o sangue.

- As veias possuem válvulas que impedem o retrocesso do sangue.

- Os movimentos respiratórios. *****

- A diminuição da pressão nas aurículas durante a diástole também provoca um movimento do sangue na direção do coração.

*****- Durante a inspiração, a diminuição da pressão na caixa torácica provoca uma expansão da veia cava inferior e de outras veias próximas do coração, que se enchem de sangue vindo das veias mais afastadas.

Constituição da linfa: Plasma; Leucócitos
Os leucócitos atravessam a parede dos capilares por **diapedese.**

Origem do fluido intersticial-
• plasma sanguíneo por difusão e os glóbulos brancos por diapedese;
• resíduos provenientes das células.

A linfa intersticial aumenta a eficácia das trocas de substâncias.

- A linfa intersticial é recolhida pelos canais linfáticos, que a devolvem à corrente sanguínea.

- Os capilares linfáticos reúnem-se formando veias linfáticas.

- A linfa acaba por ser lançada na corrente sanguínea em veias linfáticas (possuem válvulas) que abrem na veia cava superior

FUNÇÕES DOS CONSTITUINTES DOS FLUIDOS CIRCULANTES		
Sangue	Hemácias	Transporte de O_2 e de algum CO_2.
	Plaquetas	Participação na formação de coágulos.
	Plasma	Transporte dos restantes elementos do sangue, de nutrientes, de CO_2 e outros produtos de excreção, de hormonas e anticorpos.
	Leucócitos	Defesa do organismo.
Linfa	Plasma	Transporte dos leucócitos, de nutrientes, de CO_2 e outros produtos de excreção, de hormonas e anticorpos.
	Leucócitos	Defesa do organismo.

Gânglios linfáticos- Pequenos órgãos perfurados por canais que existem em diversos pontos da rede linfática, atuam na defesa do organismo humano.

- A linfa circula pelo interior desses gânglios, onde é filtrada.
- As bactérias, vírus e restos celulares são fagocitados nos gânglios pelos glóbulos brancos aí presentes.

9. Obtenção de Energia

Metabolismo: Conjunto de reações químicas que envolvem a mobilização de energia

Reações anabólicas – moléculas complexas a partir de moléculas simples com consumo de energia (endoenergéticas)
Reações catabólicas – Compostos orgânicos degradados em moléculas simples com a libertação de energia (exoenergéticas)

Reações catabólicas:

- **RESPIRAÇÃO AERÓBIA ou CELULAR**

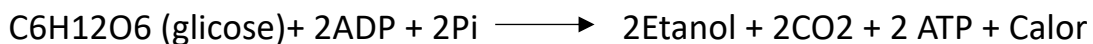
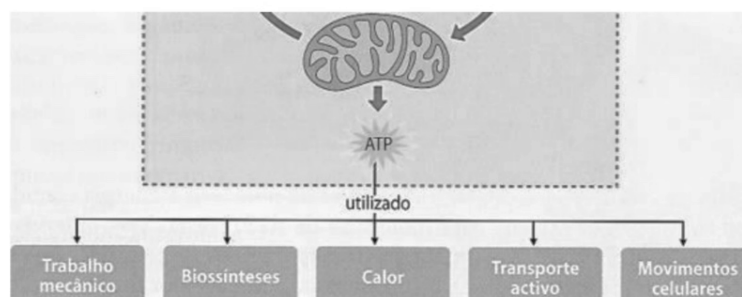
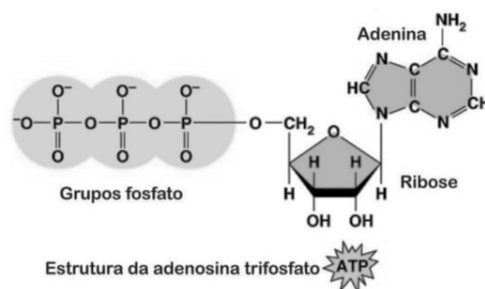
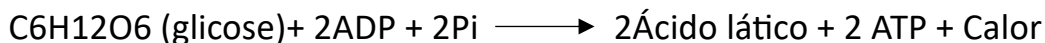
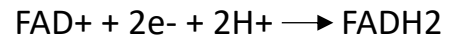
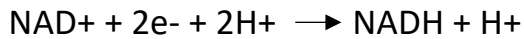
$C_6H_{12}O_6$ (glicose) + $6O_2$ ⟶ $6CO_2$ + $6H_2O$ +32 ou 30 ATP + Calor

- **FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA**

$C_6H_{12}O_6$ (glicose)+ 2ADP + 2Pi ⟶ 2Etanol + $2CO_2$ + 2 ATP + Calor

- **FERMENTAÇÃO LÁTICA**

$C_6H_{12}O_6$ (glicose)+ 2ADP + 2Pi ⟶ 2Ácido lático + 2 ATP + Calor

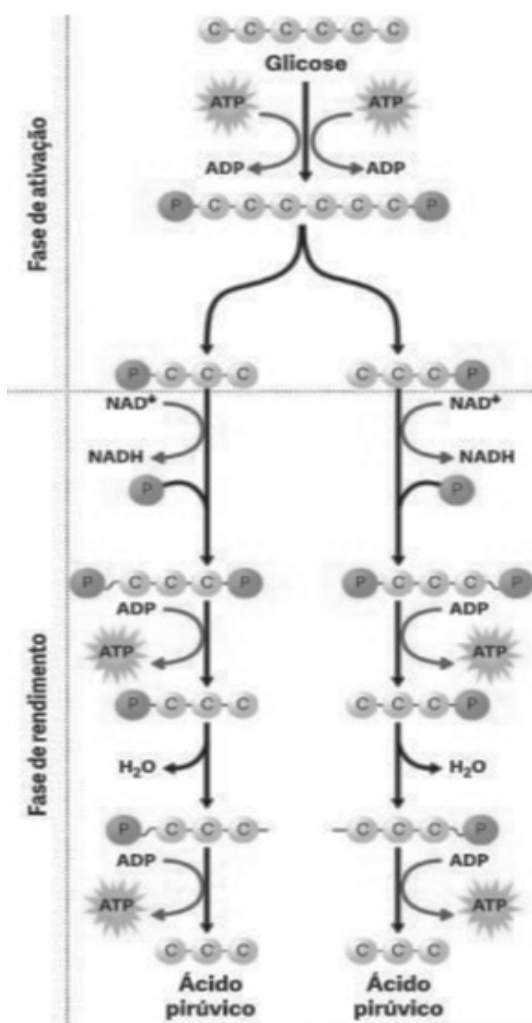
$NAD^+ + 2e^- + 2H^+ \rightarrow NADH + H^+$ $FAD^+ + 2e^- + 2H^+ \rightarrow FADH_2$

Fermentação

Processo primitivo que permite a produção de ATP através da oxidação incompleta da glicose em condições anaeróbias

Glicólise: Comum a todos os tipos de fermentação

Redução do acido pirúvico:

- Ocorre devido a captação de iões H+ e de eletrões cedidos pelo NADH
- Deste processo podem resultar diferentes compostos orgânicos finais de acordo com a especificidade metabólica

1ª Etapa: Glicólise (ocorre citoplasma/hialoplasma)

Fase de ativação- gasto de moléculas de 2 moléculas de ATP

Fase rendimento:

- Há formação de moléculas de 4 moléculas de ATP (fosforilação de ADP a ATP)
- Redução de moléculas de NAD+ a NADH
- Formação de 2 moléculas de ácido pirúvico (= piruvato)

A glicose é oxidada (indiretamente)

Saldo energético por molécula de glicose:
4 ATP (FR) -2ATP (FA) = 2 ATP

2ª Etapa: Redução do Piruvato (ocorre citoplasma/hialoplasma)

Caso da Fermentação alcoólica:

1º. O piruvato sofre descarboxilação transformando-se em acetaldeído.

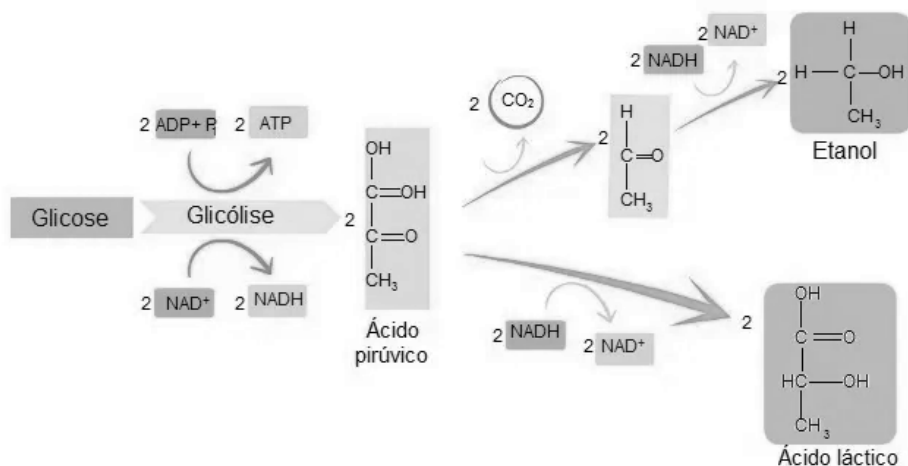
2º. O acetaldeído aceita eletrão do NADH, convertendo-se em etanol (= álcool etílico)

- Portanto, o acetaldeído é reduzido.
- O NADH é oxidado a NAD+

Caso da Fermentação láctica:

1º. O piruvato aceita eletrão do NADH, convertendo-se em ácido láctico (=lactato)

- Portanto, o piruvato é reduzido.
- O NADH é oxidado a NAD+

- As células musculares realizam fermentação lática em exercícios de alta intensidade e de curta duração.

Exemplos de Fermentação Láctica:

Iogurte e Queijo:

Leite -> Fermentação da lactose -> Produção de ácido láctico -> Diminuição do pH -> enzimas desnaturam -> Iogurte

Chucrute:
Bactérias e Leveduras do Repolho entram em contacto com os açúcares nos legumes

Exemplos de Fermentação Alcoolica:

Cerveja:
Sementes de cevada embebidas em água -> germinação e ativação de uma enzima que hidrolisa o amido
-> maltose, e digerido pelas leveduras -> formam-se açúcares simples -> são fermentados -> álcool etílico láctico

Pão:
Farinha + Água + Sal -> Amílase (presente na farinha) desdobra o amido -> Leveduras atuam na glicose -> Devido á libertação de CO_2 o pão cresce

Vinho:
Uva contem glicose, casca da uva contem leveduras -> fermentação alcoólica em barris

Respiração aeróbia

1. Glicólise (ocorre no citoplasma/hialoplasma) <- Resumo na Etapa Anterior

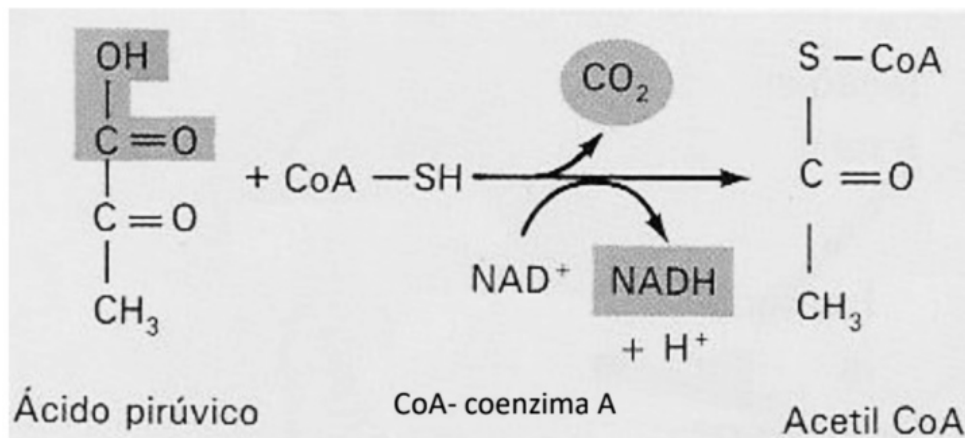
2. Formação da AcetilCoA (ocorre na matriz da mitocôndria)

3. Ciclo de Krebs ou Ciclo do ácido cítrico (ocorre na matriz da mitocôndria)

4. Fosforilação oxidativa (ocorre na membrana interna da mitocôndria-cristas mitocondriais)

2a etapa – Formação de Acetil-coenzima A

• O ácido pirúvico é transportado para a matriz da mitocôndria sendo descarboxilado e oxidado. O eletrão é captado pelo NAD+.
• Ocorre a redução do NAD+ → NADH + H+

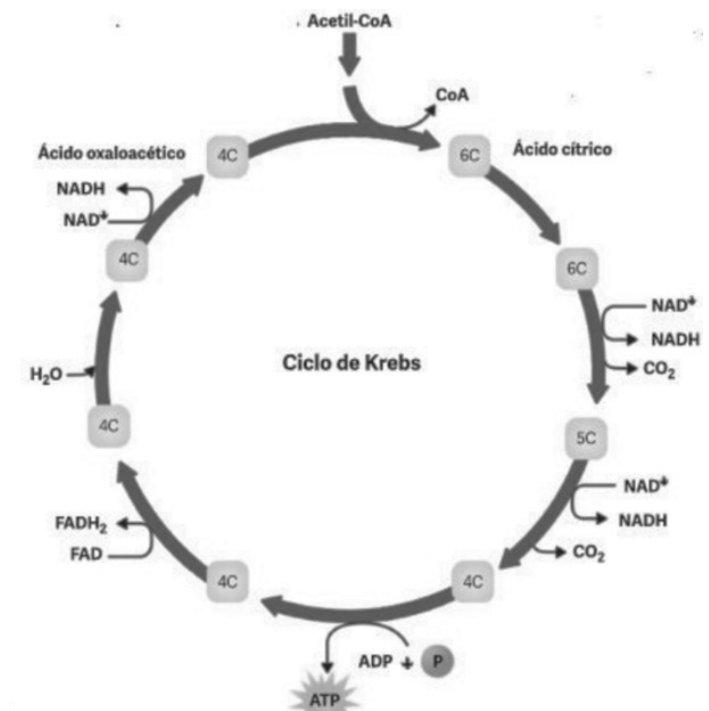
• Posteriormente, reage com a CoA, formando-se acetil-CoA

3a etapa – Ciclo de Krebs

O ácido oxaloacético reage com a Acetil –CoA, formando-se ácido cítrico.

• Ocorre a redução do NAD+ → NADH

• Ocorre a redução do FAD → FADH2

• Ocorrem descarboxilações

• Fosforilação de ADP a ATP

4a etapa – Fosforilação oxidativa

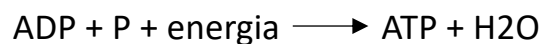
As moléculas de NADH e de $FADH_2$ formadas nas etapas anteriores

transferem os e− para cadeias transportadoras de e−, as cadeias respiratórias (proteínas), situadas na membrana interna da mitocôndria.

- As moléculas de NADH e $FADH_2$ são oxidadas.
- O último aceitador do e- é o oxigénio (O_2).
- O O_2 vai ser reduzido a água. $\frac{1}{2} O_2 + 2 e^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O$

- O fluxo de e− é unidirecional porque cada transportador tem maior afinidade para os e− (apresenta um nível energético menor) do que o transportador anterior.

- A energia transferida ao longo da cadeia respiratória permite a síntese (de forma indireta- teoria quimiosmótica) de uma elevada quantidade de ATP

$$ADP + P + energia \longrightarrow ATP + H_2O$$

É nesta etapa que as células eucarióticas que obtêm a maior partem das moléculas de ATP.

–por cada NADH → 2.5 ATP
–por cada $FADH_2$ → 1.5 ATP

- O balanço energético da respiração aeróbia pode, assim, ser de 30 ATP ou de 32 ATP
- A respiração aeróbia é um processo relativamente rentável pois pode retirar 34% da energia existente na glicose para a produção de ATP.

10. Trocas Gasosas Nos Animais

Estas trocas gasosas (CO_2 e O_2) são realizadas por difusão simples através das superfícies respiratórias.

As trocas de gases podem ocorrer por dois processos:

1. **Difusão direta:** os gases respiratórios difundem-se diretamente através da superfície respiratória para as células fluido de transporte.

   Exemplos: planária, hidra e insetos

2. **Difusão indireta**: os gases respiratórios difundem-se através da superfície respiratória para um fluido circulante, normalmente o sangue, que estabelece comunicação entre as células e o meio externo. Há hematose.

   Exemplos: minhoca e vertebrados.

Características das superfícies respiratórias

- São superfícies húmidas, o que possibilita a difusão do O_2 e do CO_2, uma vez que estes gases têm de estar dissolvidos.

- São estruturas finas.

- Apresentam-se ricamente vascularizadas,
no caso da difusão indireta.

- Possuem uma morfologia que lhes aumenta a área, sem grande aumento de volume, para assim possuir uma maior superfície de trocas.

Trocas gasosas através da pele (minhoca):

- Sem sistema respiratório.
- O tegumento da minhoca é a pele
- Difusão indireta (hematose)
- A pele possui numerosas glândulas produtoras de muco que permitem manter a pele húmida.
- A pele é muito vascularizada.

Trocas gasosas através de traqueias (insetos):

- Os insetos possuem um sistema respiratório traqueal, com um mecanismo de difusão direta.
- Sistema Respiratório: espiráculos- traqueia- traquíola

Todo o sistema traqueal encontra-se quitinizado- as paredes possuem estruturas quitinosas enroladas em hélice- de modo a impedir o fecho dos vasos.

Trocas gasosas através de branquias (peixes):

- As brânquias são evaginações da faringe.
- Difusão indireta (hematose)
- As brânquias podem ser internas (alojadas em cavidades branquiais) ou externas.
- Nos peixes ósseos, as brânquias encontram-se protegidas por opérculos.
- Nos peixes cartilagíneos, as brânquias encontram-se em fendas branquiais.